

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-159404

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

F02M 25/07
F02M 25/07
F02D 21/08
F02D 35/00
F02D 41/02
F02D 45/00
F02D 45/00

(21)Application number : 09-324517

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 26.11.1997

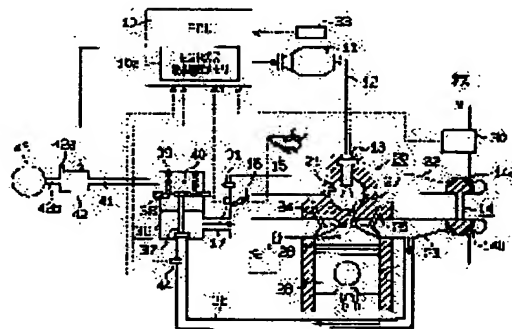
(72)Inventor : NAKAJIMA TATSUSHI
FUKUMA TAKAO

(54) EXHAUST GAS REFLUX CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute with high accuracy exhaust gas reflux control by certainly grasping an oxygen concentration in exhaust gas flowed back to an intake system.

SOLUTION: A diesel engine 20 is equipped with an EGR device for flowing back a part of exhaust gas to an intake pipe 22 through an EGR passage 35. An ECU 10 detects an EGR gas amount flowed back per each intake stroke, and also detects an oxygen concentration in exhaust gas per each exhaust stroke. An oxygen concentration memory 10a for EGR gas, arranged in the ECU 10, has a plurality of memory regions, and the history of the detected oxygen concentration in exhaust gas is memorized at any time in the memory 10a. The ECU 10 calculates the oxygen concentration in the exhaust gas (oxygen concentration in EGR gas) flowed back to an intake pipe 22 from a memory value memorized before only the reflux delay time of exhaust gas according to the length of the EGR passage 35 that the EGR gas amount occupies, and controls an exhaust gas reflux amount by using the calculated oxygen concentration in EGR gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3329711

[Date of registration] 19.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3329711号
(P3329711)

(45)発行日 平成14年9月30日(2002.9.30)

(24)登録日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl.⁷

F 0 2 M 25/07

識別記号

5 5 0

F I

F 0 2 M 25/07

5 5 0 E

5 5 0 P

5 7 0 D

F 0 2 D 21/08

5 7 0

3 0 1

F 0 2 D 21/08

3 0 1 E

35/00

3 6 8

35/00

3 6 8 B

請求項の数 5 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-324517

(22)出願日

平成9年11月26日(1997.11.26)

(65)公開番号

特開平11-159404

(43)公開日

平成11年6月15日(1999.6.15)

審査請求日

平成12年10月13日(2000.10.13)

(73)特許権者 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(73)特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者

中島 樹志
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
会社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者

福岡 隆雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自
動車株式会社内

(74)代理人

100068755
弁理士 恩田 博宜

審査官 杉山 豊博

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排ガス還流制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排ガスの一部を排ガス還流通路を介して吸気系に還流する内燃機関の排ガス還流制御装置において、

前記排ガス還流通路を介して吸気行程毎に還流される排ガスを検出する排ガス還流量検出手段と、

排気行程毎に排ガス中の酸素濃度を検出する排ガス酸素濃度検出手段と、

前記検出した排ガス中の酸素濃度の履歴を随時記憶するメモリと、

前記検出した排ガス還流量が占める前記排ガス還流通路内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を算出する還流ガス酸素濃度算出手段と、

該算出した還流排ガスの酸素濃度を用いて排ガス還流量を制御する排ガス還流量制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項2】 前記メモリは複数の記憶領域を有し、その領域毎に排ガス酸素濃度の履歴を記憶保持する装置であって、

前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記検出した排ガス還流量に相当する個数の酸素濃度メモリ値を読み出し、該読み出したメモリ値に基づき還流排ガスの酸素濃度を算出する請求項1に記載の内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項3】 請求項2に記載の排ガス還流制御装置において、

前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記酸素濃度のメモリ値を平均化して還流排ガスの酸素濃度を算出する内燃

機関の排ガス還流制御装置。

【請求項4】請求項2又は請求項3に記載の排ガス還流制御装置において、前記検出した排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域に、その時の排ガス酸素濃度の検出値を記憶させる内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項5】多気筒内燃機関に適用される排ガス還流制御装置において、前記排ガス酸素濃度のメモリ値を用いて排ガス還流量を制御する際、当該用いた排ガス酸素濃度のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度にて前記メモリを更新する請求項1～請求項4のいずれかに記載の内燃機関の排ガス還流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排ガスの一部を吸気系に還流する内燃機関に適用され、排ガス還流量を好適に制御する排ガス還流制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】排ガス中の窒素酸化物(NO_x)を低減する一手法として、排ガスの一部をエンジン吸気管に還流させるようにした排ガス還流装置(以下、EGR装置という)が具体化されている。こうしたEGR装置を具備する内燃機関では、気筒から排出される排ガス中の酸素濃度が検出され、該検出した排ガス酸素濃度に応じて排ガス還流量(EGR量)が制御される。具体的には、エンジン排気管とエンジン吸気管とを結ぶEGR通路の途中にEGR弁が設けられ、このEGR弁の開度が調整される。この場合一般には、気筒の排気行程毎に排ガス酸素濃度を検出し、1燃焼サイクル前に検出した排ガス酸素濃度を使ってEGR弁の制御指令値を演算するようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが上記従来技術では、EGR量が少なく、排ガスがEGR通路を経由してエンジン吸気管に還流されるまでの所要時間(還流遅れ時間)が長引く場合において、排ガス酸素濃度が実際の値からはずれ、ひいてはEGR制御の制御精度が悪化するという問題が生ずる。これは、1燃焼サイクル前の排ガス酸素濃度に基づきEGR制御を実施することで、実際にエンジン吸気管に還流される排ガス(EGRガス)の酸素濃度が誤検出されるためであると考えられる。

【0004】例えば車両の加速時には、内燃機関への燃料供給量が増量されると共に、その際の燃料供給量と筒内吸入酸素量とのバランスを維持するようEGR弁が閉側に制御される。この燃料増量時には排ガス酸素濃度が低下する。また、EGR量が減少すると共に還流遅れ時間が増大する。このとき、機関の吸気行程にて実際にエ

ンジン吸気管に還流されるEGRガス(筒内に吸入される排ガス)は、EGR通路内で一旦滞留したものであるために、本来、加速前の酸素濃度値を有するが、従来装置では還流遅れ時間を考慮していないためにこの酸素濃度を実際値よりも小さい値とみなしてしまう。その結果、燃料供給量に対する最適な筒内吸入酸素量よりも多くの酸素が気筒に吸入され、 NO_x が過剰に増大するという問題が生じる。

【0005】本発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を正確に把握し、ひいては排ガス還流制御を精度良く実施することができる内燃機関の排ガス還流制御装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明では、内燃機関の排ガスの一部を排ガス還流通路を介して吸気系に還流する内燃機関の排ガス還流制御装置において、前記排ガス還流通路を介して吸気行程毎に還流される排ガス量を検出する排ガス還流量検出手段と、排気行程毎に排ガス中の酸素濃度を検出する排ガス酸素濃度検出手段と、前記検出した排ガス中の酸素濃度の履歴を随時記憶するメモリと、前記検出した排ガス還流量が占める前記排ガス還流通路内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を算出する還流ガス酸素濃度算出手段と、該算出した還流排ガスの酸素濃度を用いて排ガス還流量を制御する排ガス還流量制御手段とを備える。

【0007】上記構成によれば、排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度は、古いデータから順にメモリに格納され、そのメモリ値が排ガス還流量の制御時において適宜読み出される。また、その時々々の排ガス還流量が占める排ガス還流通路内の長さ、すなわち機関の吸気行程時において前記還流通路内のどれだけの排ガスが吸気系に還流されるかが求められる。この場合、前記排ガス還流通路の長さに応じた還流遅れ時間だけ前のメモリ値(排ガス酸素濃度の検出値)を用いて実際に還流される排ガス(還流排ガス)の酸素濃度を算出し、その算出値に基づき排ガス還流量を制御することで、車両加減速などの過渡運転時においても筒内吸入酸素量が適正に制御できる。つまり、従来装置とは異なり、 NO_x 排出量が過剰に増大するといった不具合が解消できる。結果として、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を正確に把握し、ひいては排ガス還流制御を精度良く実施することができる。因みに、還流遅れ時間だけ前のメモリ値とは、排ガス還流通路内でエンジン吸気管に最も近い排ガス、すなわち吸気系に放出される直前の排ガスの酸素濃度データを指す。

【0008】請求項2に記載の発明では、前記メモリは複数の記憶領域を有し、その領域毎に排ガス酸素濃度の

履歴を記憶保持する装置であって、前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記検出した排ガス還流量に相当する個数の酸素濃度メモリ値を読み出し、該読み出したメモリ値に基づき還流排ガスの酸素濃度を算出する。なおここで、請求項3に記載したように、前記酸素濃度のメモリ値を平均化して還流排ガスの酸素濃度を算出するようにしてもよい。

【0009】請求項2、3の構成によれば、排ガス還流量に応じた個数の酸素濃度のメモリ値を読み出すことで、還流遅れ時間を反映した還流排ガスの酸素濃度が容易且つ正確に算出できる。このとき、排ガス還流通路内に存在する排ガスの酸素濃度が全て同じであれば、還流排ガス酸素濃度の算出に際し同一のメモリ値が読み出され、同通路内に存在する排ガスの酸素濃度が異なるのであれば、還流排ガス酸素濃度の算出に際し異なるメモリ値が読み出される。

【0010】請求項4に記載の発明では、前記検出した排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域に、その時の排ガス酸素濃度の検出値を記憶させる。この場合、排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域には同じ検出値が書き込まれ、その後の還流排ガスの酸素濃度算出時にいて適宜読み出される。

【0011】請求項5に記載の発明では、排ガス酸素濃度のメモリ値を用いて排ガス還流量を制御する際、当該用いた排ガス酸素濃度のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度にて前記メモリを更新する。この場合、多気筒内燃機関の気筒毎に検出される排ガス酸素濃度が同一のメモリにて管理でき、メモリ容量の削減に貢献できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明を具体化した一実施の形態を図面に従って説明する。図1は、本実施の形態における車両用ディーゼルエンジンの電子制御システムの概要を示す構成図である。図1の電子制御システムにおける電子制御装置（以下、ECUという）10は、周知のCPU、ROM、RAM、バックアップRAM等からなるマイクロコンピュータを主体とし、ECU10の制御指令信号により電磁駆動式の分配型燃料噴射ポンプ11が駆動されてディーゼルエンジン20に高圧の燃料が供給される。つまり、分配型燃料噴射ポンプ11により圧縮された高圧燃料は燃料分配通路12を介して燃料噴射ノズル13に給送され、燃料噴射ノズル13はディーゼルエンジン20の副燃焼室21に燃料を噴射する。なお本実施の形態のディーゼルエンジン20は第1～第4（#1～#4）の4つの気筒を有し、各気筒の燃焼順序は#1→#3→#4→#2となっている。

【0013】ディーゼルエンジン20は吸気管22及び排気管23を有し、これら吸気管22及び排気管23は吸気バルブ24及び排気バルブ25を介して主燃焼室26に連通している。この主燃焼室26は連通路27を介

して前記副燃焼室21に連通している。従って、ピストン28の上動に伴う筒内吸入空気の高圧時に於いて、燃料噴射ノズル13から副燃焼室21内に燃料が噴射供給されると、当該燃料が圧縮点火され燃焼に供される。

【0014】また、ディーゼルエンジン20は過給機を構成するターボチャージャ14を備えており、前記吸気管22にはターボチャージャ14のコンプレッサ14aが設けられ、前記排気管23にはターボチャージャ14の排気タービン14bが設けられている。周知のように、ターボチャージャ14は排ガスのエネルギーを利用して排気タービン14bを回転させ、その同軸上にあるコンプレッサ14aを回転させて吸入空気を昇圧させる。吸入空気が昇圧されることにより、高密度の空気が主燃焼室26へと送り込まれてディーゼルエンジン20の出力が増幅される。

【0015】コンプレッサ14aの下流側には、アクセルペダル15に連動する吸気絞り弁16が設けられている。該吸気絞り弁16の開閉位置はアクセル開度としてアクセル開度センサ17により検出され、該検出されたアクセル開度信号はECU10に入力される。

【0016】上記コンプレッサ14aの上流側には、吸気管22に吸入される新気吸入量を検出するための新気吸入量センサ30が設けられており、この新気吸入量センサ30により検出された新気吸入量信号はECU10に入力される。新気吸入量センサ30は、吸気管22内に熱線を設置して構成される熱線式エアフローメータからなり、加熱された熱線（抵抗体）からの熱の放散に応じて吸入新気の質量流量を検出する。

【0017】またその他に、吸気管22には、新気の高圧を検出するための新気高圧センサ31と、吸気管高圧を検出するための吸気圧センサ32とが設けられ、各センサ31、32の検出信号はECU10に入力される。さらに、前記分配型燃料噴射ポンプ11の図示しないドライブシャフトには、エンジン回転数を検出するための回転数センサ33が配設されており、同センサ33の検出信号はECU10に入力される。

【0018】次いで、本エンジンシステムに設けられたEGR装置の概要を説明する。排気管23において、排気タービン14bの上流側にはEGR通路35が分岐して設けられており、同EGR通路35はその途中のEGR弁36を経て吸気管22に接続されている。このEGR通路35により、排気管23内の排ガスの一部が吸気管22の吸気ポート近くに還流される。

【0019】排ガス還流量（EGRガス量）を調節するためのEGR弁36は、EGR通路35を開閉するための弁体37を有し、該弁体37はダイヤフラム38により作動せしめられる。この弁体37のリフト量により前記EGRガス量が決定される。ダイヤフラム38の背後には圧縮コイルばね39を設置した圧力室40が形成されており、この圧力室40には圧力導入管41を介して

負圧制御弁42が接続されている。負圧制御弁42には、大気に通じる大気導入ポート42aと真空ポンプ43に通じる負圧導入ポート42bとが設けられている。負圧制御弁42により大気と負圧とが切替え制御されることで、圧力室40の負圧が調整される。

【0020】例えば圧力室40内の負圧が増すと、圧縮コイルばね39に抗してダイヤフラム38が図の上方に変位して弁体37がリフト駆動せしめられる。こうして弁体37がリフト駆動されることにより、EGR通路35を通じて排気管23から吸気管22へ導かれるEGRガス量が調節される。弁体37のリフト動作は、ECU10から負圧制御弁42に出力されるリフト指令信号により制御される。その詳細は後述する。

【0021】また、EGR通路35途中にはEGRガスの温度を検出するためのEGRガス温度センサ44が設けられており、同センサ44の検出信号はECU10に入力される。

【0022】ECU10は、上記した各種センサの検出信号に基づいてエンジン運転状態を検知する。具体的には、アクセル開度センサ17の検出信号に基づいてアクセル開度VAを、新気吸入量センサ30の検出信号に基づいて新気吸入量GAを、新気温度センサ31の検出信号に基づいて新気温度TAを、吸気圧センサ32の検出信号に基づいて吸気圧PMを、回転数センサ33の検出信号に基づいてエンジン回転数NEを、EGRガス温度センサ44の検出信号に基づいてEGRガス温度TEを、それぞれ算出する。

【0023】また、ECU10は、上記の如く算出されたエンジン運転状態に応じて分配型燃料噴射ポンプ11による燃料噴射量QFを算出し、その算出値に基づく指令信号を前記燃料噴射ポンプ11に出力して燃料噴射ノズル13からディーゼルエンジン20に燃料を供給させる。さらに、ECU10は、上記エンジン運転状態に応じてEGR弁36の目標開度（弁体37のリフト指令値）を決定し、その指令値に基づいて上記負圧制御弁42を駆動させる。

【0024】一方、ECU10は、ディーゼルエンジン20の各気筒から排出される排ガス中の酸素濃度（排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ ）を検出し、その検出値をEGRガス酸素濃度メモリ10aに随時記憶する。図8に示すように、同メモリ10aはメモリ番地「m」～「m+9」の10個の領域を有し、各領域には#1～#4気筒の排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ が記憶保持される。ここで、 $\Psi O2$ 値の添え字（気筒番号）が同じものは同一値（同じ排気行程で検出された値）であることを表し、同一値が格納される領域の個数はEGR弁36を介して吸気管22に還流されるEGRガス量に相応する。メモリ番地m～m+9は、排気管23との分岐点からEGR弁36までのEGR通路35内の位置を意味する。

【0025】当該メモリ10aに記憶されている個々の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ は、EGR通路35内に存在し吸気管22に順次還流されるEGRガス中の酸素濃度（EGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ ）に対応しており、ECU10は、メモリ10a内の「 $\Psi O2$ 値」を適宜読み出して「 $\Psi EO2$ 値」を演算する。なお、当該メモリ10aにおけるm番地の $\Psi O2$ 値（図8左側の $\Psi O2\#3$ ）は最も古く、これは実質上EGR弁36に最も近い領域でのEGRガスの酸素濃度に相当する。また、m+9番地の $\Psi O2$ 値（図8左側の $\Psi O2\#2$ ）は最も新しく、これは実質上EGR弁36から最も遠い領域でのEGRガスの酸素濃度に相当する。

【0026】次に、本実施の形態における電子制御システムの作用を説明する。図3、4は、本実施の形態における制御動作を実現するためのEGR弁制御ルーチンを示すフローチャートであり、同ルーチンは各気筒の燃料噴射毎（4気筒であれば、180°CA毎）にECU10により実行される。同ルーチンによれば、筒内吸入酸素量を目標値に一致させるようEGR弁36のリフト指令値が算出され、該リフト指令値によりEGR弁36の開度が制御される。

【0027】さて、上記ルーチンがスタートすると、ECU10は、先ずステップ110でアクセル開度VA、エンジン回転数NE、新気吸入量GA、吸気圧PM、新気温度TA、EGRガス温度TEを読み込む。また、ECU10は、続くステップ120で周知の方法により燃料噴射量QFを算出する。一般に、燃料噴射量QFは、ECU10のROM内のマップ検索によりその時々々のアクセル開度VAとエンジン回転数NEとに応じて算出される。

【0028】その後、ECU10は、ステップ130、140でROM内のそれぞれ別のマップ検索によりEGR弁36の基本リフト量（以下、基本リフト指令値SBSという）と、筒内への吸入酸素量を目標値（以下、目標吸入酸素量GTTという）とを算出する。すなわち、ステップ130、140では、その時々々の燃料噴射量QFとエンジン回転数NEとから基本リフト指令値SBSと目標吸入酸素量GTTとが算出される。ここで、目標吸入酸素量GTTは、加速要求としてのアクセル開度VAをも反映したマップ値として与えられるようにしてもよい。

【0029】次に、ECU10は、ステップ150でEGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ を算出する。このとき、ECU10は後述する図5の手順に従い、EGRガス酸素濃度メモリ10a内の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ や、その他エンジン回転数NE、新気吸入量GA、吸気圧PM、新気温度TA、EGRガス温度TEなどを用いてEGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ を算出する。

【0030】また、ECU10は、ステップ160で筒内吸入酸素量GTO2を算出する。このとき、ECU1

0は後述する図6の手順に従い、前記ステップ150で算出されるEGRガス酸素濃度 ΨO_2 などを用いて筒内吸入酸素量 GTO_2 を算出する。

【0031】その後、ECU10は、ステップ170で前記算出した筒内吸入酸素量 GTO_2 と目標吸入酸素量 GTT とを用い、両者の差の絶対値 $(|GTO_2 - GTT|)$ が所定の許容範囲内にあるか否かを判別する。 $|GTO_2 - GTT|$ が許容範囲外であれば、ECU10はEGRリフト指令値に補正が必要であるとみなす。この場合、ECU10は、ステップ170を否定判別してステップ180、190の処理を実施し、その処理後に図4のステップ200に進む。

【0032】すなわち、 $|GTO_2 - GTT|$ が許容範囲外となる場合、ECU10はステップ180で筒内吸入酸素量の目標値と実際値との偏差 $\Delta GT (=GTO_2 - GTT)$ を算出する。また、ECU10は、続くステップ190で上記算出した偏差 ΔGT を用い例えば周知のPID制御手法に則ってEGR弁36のリフト指令補正值 SK を算出する。

【0033】 $|GTO_2 - GTT|$ が許容範囲内であれば、ECU10はEGRリフト指令値の補正が不要であるとみなす。この場合、ECU10は、ステップ170を肯定判別してステップ180、190を読み飛ばし、そのまま図4のステップ200に進む。

【0034】図4のステップ200では、ECU10は、EGR弁36の最終リフト指令値 SED を算出する。ここで、前記ステップ170がYESであれば、リフト指令補正值 SK が算出されていないため、ECU10は、前記ステップ130で算出した基本リフト指令値 SBS を最終リフト指令値 SED とする($SED = SBS$)。また、前記ステップ170がNOであれば、ECU10は、前記ステップ190のリフト指令補正值 SK を前記ステップ130の基本リフト指令値 SBS に加算して、最終リフト指令値 SED を算出する($SED = SBS + SK$)。

【0035】EGR弁36は、前記算出した最終リフト指令値 SED に基づいてその開度が制御される。具体的には、負圧制御弁42により制御される負圧が最終リフト指令値 SED に応じた値に制御され、該制御された負圧がEGR弁36の圧力室40に導入される。そして、

該圧力室40に導入された負圧分だけEGR弁36が開又は閉動作し、EGRガスが増量又は減量される。

【0036】 SED 値の算出後のステップ210では、ECU10は、燃焼後に排出される排ガス中の酸素濃度(排ガス酸素濃度 ΨO_2)を算出する。このとき、ECU10は後述する図7の手順に従い、前記算出した燃料噴射量 QF 、筒内吸入酸素量 GTO_2 などを用いて排ガス酸素濃度 ΨO_2 を算出する。

【0037】また、ECU10は、ステップ220で前記算出した排ガス酸素濃度 ΨO_2 を、その時点で排気行程となる気筒番号(#1~#4)を付してEGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶し、その後本ルーチンを終了する。その際、メモリ10aに記憶される ΨO_2 値は、最新の ΨO_2 値として図8のメモリ空き領域に格納される(例えば、図8右側の $m+8$ 、 $m+9$ 番地)。

【0038】図5は、前記図3におけるステップ150でのEGRガス酸素濃度 ΨO_2 の算出サブルーチンを示すフローチャートである。図5において、ECU10は、先ずステップ151で前記読み込んだ新気吸入量 GA の単位を $[g/cyl]$ から以降の演算に都合のよい $[mol/cyl]$ に変換し、 $[mol/cyl]$ 単位での新気吸入量 GA' を算出する。また、ECU10は、続くステップ152で筒内吸入ガス温度が300[K]の際の筒内吸入ガス量(筒内に吸入される全ガス量) $GT300'$ $[mol/cyl]$ を算出する。このとき、ROM内のマップ検索によりその時々エンジンの回転数 NE と吸気圧 PM とに応じて $GT300'$ 値が算出される。

【0039】その後、ECU10は、ステップ153で前記算出した新気吸入量 GA' $[mol/cyl]$ と、300[K]での筒内吸入ガス量 $GT300'$ $[mol/cyl]$ とを用い、その時々新気温度 TA とEGRガス温度 TE とに応じた筒内吸入ガス量 GT' $[mol/cyl]$ を算出する。詳細には、筒内吸入ガス量が筒内吸入ガス温度に反比例する関係式と、筒内吸入ガス温度が新気温度 TA 及びEGRガス温度 TE のそれぞれのガス量の比から求まる関係式とから導かれる次の式(1)に従い、筒内吸入ガス量 GT' $[mol/cyl]$ を算出する。

【0040】

【数1】

$$GT' = \frac{300 \cdot GT300' + (TE - TA) GA'}{TE} \quad \dots (1)$$

【0041】その後、ECU10は、ステップ154で前記算出した新気吸入量 GA' と、筒内吸入ガス量 GT' とから、筒内に吸入されるEGRガス量 GE' $[mol/cyl]$ を、 $GE' = GT' - GA'$ として算出する。

【0042】次に、ECU10は、ステップ155で前

記算出したEGRガス量 GE' がEGR通路35内に占める容積(EGRガス容積 VE [リットル])を算出する。ここでは、ROM内のマップ検索によりその時のエンジン回転数 NE と燃料噴射量 QF とから排気圧 PE $[atm, abs.]$ を算出すると共に、次の式(2)によりEGRガス容積 VE [リットル]を算出する。

【0043】

【数2】

$$VE = 22.4 \cdot GE' \cdot \frac{1}{PE} \cdot \frac{TE + 273}{300} \quad \dots (2)$$

【0044】つまり、EGRガス容積VEは、排気圧PE、EGRガス量GE'及びEGRガス温度TEに基づき算出される。上記式(2)において、係数「22.4」は標準状態(大気圧)での1モル当たりのガス容積に相当する。

【0045】その後ステップ156では、ECU10は、今回の吸気行程で気筒に吸入されるEGRガスがEGR通路35内で占める通路長さLE[mm]を、前記算出したEGRガス容積VEに基づき算出する。

【0046】

$$LE = VE \cdot 1000 / AE \quad \dots (3)$$

上記式(3)において、「AE」はEGR通路35の断面積[mm²]である。その後、ECU10は、ステップ157で前記算出した通路長さLEと、EGRガス酸素濃度メモリ10aの1番地当たりの通路長さΔLと

$$\Psi EO2 = (\Psi O21 + \Psi O22 + \dots + \Psi O2N) / N$$

… (5)

つまり、EGRガス酸素濃度メモリ10aの番地数N分のΨO2値を古いものより読み出し、該読み出したΨO2値を積算平均する。

【0050】図8に示すEGRガス酸素濃度メモリ10aにおいて、例えばN=2の場合には、メモリ番地の小さい2つのΨO2値、すなわちm、m+1番地の「ΨO2#3」を読み出し同値を積算平均することで、EGRガス酸素濃度ΨEO2が算出される。

【0051】図6は、前記図3におけるステップ160での筒内吸入酸素量GTO2の算出サブルーチンを示す

$$GTO2' = 0.21 \cdot GA' + \Psi EO2 \cdot (GT' - GA') \quad \dots (6)$$

式(6)において、右辺の前項は新気吸入量GA'と当該新気中の酸素濃度(約21%)との積から新気中の酸素量を算出するものであり、後項はEGRガス量(GT' - GA')と当該EGRガス中の酸素濃度ΨEO2との積からEGRガス中の酸素量を算出するものである。

【0053】また、ECU10は、続くステップ162で前記算出した筒内吸入酸素量GTO2'の単位を、[mol/cyl]から[g/cyl]に変換して[g/cyl]単位での筒内吸入酸素量GTO2を算出する。GTO2値の単位換算後、本サブルーチンを終了する。こうして算出した筒内吸入酸素量GTO2は、前述した通り筒内吸入酸素量のフィードバック制御に用いられる(前記図3のステップ170~190)。

【0054】図7は、前記図4におけるステップ210での排ガス酸素濃度ΨO2の算出サブルーチンを示すフローチャートである。図7において、ECU10は、先

から、当該メモリ10aから読み出されるべきΨO2値の番地数Nを、次の式(4)により算出する。

【0047】

$$N = LE / \Delta L \quad \dots (4)$$

但し、式(4)で算出されるN値において、小数点以下は切り捨てる。ここで、図8に示すようにメモリ10aの領域の総数を「10」とし、且つEGR通路35の全長(排気管23との分岐点からEGR弁36までの長さ)を「L」とした場合、メモリ1番地当たりの通路長さΔLは、

$$\Delta L = L / 10$$

となる。因みに、ΔLは、EGR通路35の全長Lとメモリ領域の総数とにて決定されるシステム毎の固有値である。

【0048】最後に、ECU10は、ステップ158で前記算出した番地数N分のメモリ値(ΨO2値)に基づき、次の式(5)を用いてEGRガス酸素濃度ΨEO2を算出する。

【0049】

$$\Psi EO2 = (\Psi O21 + \Psi O22 + \dots + \Psi O2N) / N$$

… (5)

フローチャートである。図6において、ECU10は、ステップ161で[mol/cyl]単位での筒内吸入酸素量GTO2'を算出する。このとき、筒内吸入酸素量が新気中の酸素量とEGRガス中の酸素量との和から求める関係より導かれた次の式(6)に従い、新気吸入量GA' [mol/cyl]と、筒内吸入ガス量GT' [mol/cyl]と、前記ステップ150で算出したEGRガス酸素濃度ΨEO2とから、筒内吸入酸素量GTO2'を算出する。

【0052】

$$GTO2' = 0.21 \cdot GA' + \Psi EO2 \cdot (GT' - GA') \quad \dots (6)$$

ずステップ211で燃料噴射量QFの単位を[g/cyl]からCH2換算での[mol/cyl]単位に変換し、CH2換算での燃料噴射量QCH2' [mol/cyl]を算出する。ここで、CH2換算とは、「CHn」で表される燃料(軽油)の組成を「CH2」で置き換え、燃料燃焼時の反応を簡便化して演算するためのものである。

【0055】続くステップ212では、ECU10は、燃焼後の排気行程で排出される排ガス中の酸素濃度、すなわち排ガス酸素濃度ΨO2を算出する。このとき、筒内吸入ガスと筒内への噴射燃料とが完全燃焼すると仮定して求めた次の式(7)に従い、筒内吸入酸素量GTO2' [mol/cyl]と、筒内吸入ガス量GT' [mol/cyl]と、燃料噴射量QCH2' [mol/cyl]とを用いて排ガス酸素濃度ΨO2を算出する。

【0056】

【数3】

$$\Psi O2 = \frac{GT O2' - 1.5 \cdot QCH2'}{GT' + 0.5 \cdot QCH2'} \quad \dots (7)$$

【0057】要するに、燃料「CH₂」1モルが完全燃焼すると想定した場合、1モルのCH₂と3/2モルのO₂とが燃焼し、結果として1モルのCO₂と1モルのH₂Oとが生成される（CH₂ → CO₂ + H₂O - 3/2 O₂）。かかる場合、前記の式（7）において、右辺の分母は燃料が完全燃焼した際に排出される全ガス量に相当し、分子は燃料が完全燃焼した際に排出される全酸素量に相当する。従って、排ガス中の全酸素量を全ガス量で除算することにより、排ガス酸素濃度ΨO₂が算出できる。

【0058】ECU10は、上記の如く算出した排ガス酸素濃度ΨO₂をEGRガス酸素濃度メモリ10aに随時記憶する。このメモリ10aに記憶された排ガス酸素濃度ΨO₂は、前述した通りEGRガス酸素濃度ΨEO₂の算出時において順次読み出される（前記図5のステップ158）。

【0059】ここで、EGRガス濃度メモリ10aのデータ更新手順について説明する。図8に示すように、更新前のメモリ10a（図の左側）では例えばディーゼルエンジン20の燃焼順序に合わせて#3、#4、#2気筒の排ガス酸素濃度ΨO₂#3、ΨO₂#4、ΨO₂#2が記憶されている。m～m+3番地には同一の「ΨO₂#3」が、m+4～m+6番地には同一の「ΨO₂#4」が、m+7～m+9番地には同一の「ΨO₂#2」が、それぞれ記憶されている。同一値が記憶されている領域の個数は、ΨO₂値の検出時におけるEGRガス量に対応している。

【0060】次の燃焼気筒が#2気筒である場合、当該#2気筒についてEGRガス量GEが算出されると共に、当該EGRガスが占める排ガス通路長さLEと、同LEに対応するメモリ番地数Nとが算出される（前記図5のステップ154～157）。このとき、メモリ番地数Nが「2」であれば、更新前のメモリ10a（図8の左側）からm、m+1番地の値（図では、共にΨO₂#3）が読み出されてEGRガス酸素濃度ΨEO₂の算出に用いられる（図5のステップ158）。m、m+1番地の値（ΨO₂#3）が読み出されると同時に、その値が消去される。そして、メモリ10aの空き領域を埋めるようにm+2～m+9番地の値が繰り上げて格納される。

【0061】その後、#2気筒が吸気行程時に排気行程となる気筒、すなわち#1気筒についてその排ガス酸素濃度ΨO₂が算出される（前記図4のステップ210）。そして、該算出された排ガス酸素濃度ΨO₂#1が、前記メモリ10aの空き領域（m+8、m+9番地）に記憶される。このようにEGRガス酸素濃度メモリ10aでは、ΨO₂値の流出及び流入動作が繰り返

実施される。

【0062】図2は、上記動作の概要をより具体的に示すタイムチャートである。図2において、時刻t₁以前（時刻t₂以降も同じ）は、アクセル開度VAが略一定に保持されて車両が定常走行されている。そのため、エンジン回転数NE、燃料噴射量QF、EGRガス酸素濃度ΨEO₂、EGR開度（EGR弁36の開度）、筒内吸入酸素量GT O₂、NO_x発生量が略一定値のまま保持されている。

【0063】時刻t₁でアクセルペダル15が踏み込み操作されて加速が開始されると、それに伴って燃料噴射量QFが増大すると共にエンジン回転数NEが上昇する。なお、アクセル操作に応じてエンジン回転数NEが変動する期間は、実際にはアクセル操作期間よりも幾分遅れるものであるが、便宜上、図2ではアクセルの踏み込み操作期間（時刻t₁～t₂）とエンジン回転数NEの変動期間とを同一にして示す。

【0064】時刻t₁では、アクセル操作に伴いEGR開度が減少し始める。また、燃料噴射量QFの増加により排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度が低下するため、EGRガス酸素濃度ΨEO₂も低下し始める。このとき、EGR開度の減少により排ガスの還流遅れ時間が増大し、この還流遅れ時間により実際にはEGRガス酸素濃度ΨEO₂が少しずつ減少するが、従来既存の装置によれば1燃焼サイクル前のEGRガス酸素濃度ΨEO₂（排ガス酸素濃度）が扱われるために還流遅れ時間が反映されず、図の破線で示すように、真値（実線）よりも低くEGRガス酸素濃度ΨEO₂を見積ってしまう。そのため、同じく破線に示すように、EGR開度が小さくなって筒内吸入酸素量GT O₂が最適値よりも多く制御されてしまい、結果としてNO_x発生量が過剰に増大する。

【0065】これに対し本実施の形態では、時刻t₁～t₂において、EGR通路35内に滞留するEGRガス（排ガス）の還流遅れ時間を考慮してEGRガス酸素濃度ΨEO₂が算出される。そのため、EGR開度の減少時に排ガスの還流遅れ時間が増大するような場合であっても、ΨEO₂値が真値から外れることはない。従って、該ΨEO₂値に対応する筒内吸入酸素量GT O₂が最適値に制御される。結果として、良好なる燃焼状態が維持され、NO_x発生量の過剰な増大が防止される。

【0066】なお本実施の形態では、前記図5のステップ154が請求項記載の排ガス還流量検出手段に、前記図4のステップ210が排ガス酸素濃度検出手段に、前記図5のステップ158が還流ガス酸素濃度算出手段に、前記図3、4のステップ170～200が排ガス還流量制御手段に、それぞれ相当する。

【0067】以上詳述した本実施の形態によれば、以下の効果が得られる。

（a）本実施の形態では、排気行程毎に検出される排ガ

ス酸素濃度 $\Psi O2$ の履歴を随時、EGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶すると共に、その時々EGRガス量が占めるEGR通路35内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気管22に還流される排ガス(EGRガス)の酸素濃度(EGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$)を算出するようにした。そして、該算出した $\Psi EO2$ 値を用いて排ガス還流量(EGR弁36の開度)を制御するようにした。従って、車両加減速などの過渡運転時においても筒内吸入酸素量が適正に制御でき、 NOx 排出量が過剰に増大するといった不具合が解消できる。結果として、EGRガス酸素濃度を正確に把握し、ひいてはEGR制御を精度良く実施することができる。

【0068】(b) EGRガス酸素濃度メモリ10aに複数の記憶領域を設け、EGRガス量に相当する個数のメモリ値を読み出してEGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ を算出するようにした。この場合、還流遅れ時間を反映したEGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ が容易且つ正確に算出できる。

【0069】(c) EGR制御に際し、使用後の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ にてメモリ10aを更新するようにした。この場合、気筒毎に検出される排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ が同一のメモリ10aにて管理でき、メモリ容量の削減に貢献できる。

【0070】(d) また本実施の形態では、筒内吸入酸素量 $GTO2$ がエンジン運転状態に応じた目標吸入酸素量 GTT になるよう、排ガス還流量(EGR弁36の開度)を制御することとした。車両加速時には、目標吸入酸素量 GTT に応じて筒内吸入酸素量 $GTO2$ を増加させるべくEGRガス量が抑えられ(EGR弁36が閉側に制御され)、新気吸入量の増量が促される。かかる場合、筒内への吸入酸素量が不足することなく理想燃焼が実現できる。またこのとき、加速性能が損なわれることもない。

【0071】(e) EGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ 、筒内吸入酸素量 $GTO2$ 、排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ の算出に際し、モル換算により演算を行うようにした。そのため、 $\Psi EO2$ 、 $GTO2$ 、 $\Psi O2$ の各値が正確に算出できる。

【0072】なお、本発明の実施の形態は、上記以外に次の形態にて実現できる。上記実施の形態では、EGRガス酸素濃度メモリ10aに10個の領域を設けたが、この構成を変更する。同メモリ10aに10個以上(例えば20個)の領域を設け、これら各領域に排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ を随時記憶する。この場合、メモリ1番地当たりの通路長さ ΔL が短くなり、メモリ番地数 N が1~20の範囲内で算出される(前記図5のステップ157)。メモリ10aの領域の総数を多くすることにより、きめ細かな制御が可能となる。

【0073】また、EGRガス酸素濃度メモリ10aの使用領域の総数 n を可変とし、メモリ1番地当たりの通路長さ ΔL (=全長 L/n)を適宜変更する。例えば定常運転時には総数 n を比較的小さな値とし、車両の加減速等による過渡運転時には総数 n を比較的大きな値とする。本実施の形態によれば、EGR通路35内の酸素濃度が略均一な場合(定常運転時)において、使用するメモリ10aの領域を最小限に抑えることができる一方、EGR通路35内の酸素濃度が排気管側と吸気管側とで相違する場合(過渡運転時)において、還流遅れ時間を考慮した高精度なEGR制御が実施できる。

【0074】上記実施の形態では、前記図5のルーチンにおいて、EGRガス量に応じたメモリ10aの番地数 N 分の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ ($\Psi O21$ 、 $\Psi O22$ ・・・ $\Psi O2N$)を読み出し、該読み出した $\Psi O2$ 値の積算平均からEGRガス濃度 $\Psi EO2$ を算出したが、この構成を変更する。例えば前記図8に示すように、読み出される複数のメモリ値が同一の場合(図では共に $\Psi O2\#3$)、積算平均の処理を実施せず、 $\Psi O2\#3$ 値をそのまま読み出す。読み出されるメモリ値が異なる場合にのみ、積算平均の処理を実施する。この場合、積算平均にかかる演算負荷が軽減できる。

【0075】EGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶される $\Psi O2$ 値に気筒判別データを付与せずに構成することもできる。また、上記実施の形態では、メモリ10a内における同一の $\Psi O2$ 値の数をEGRガス量に対応させていたが、この構成を変更する。例えば $\Psi O2$ 自身のデータと、EGRガス量に対応する $\Psi O2$ の個数データとを別個に記憶する。

【0076】上記実施の形態における前記図3のルーチンにおいて、ステップ170の判別処理を削除する。この場合、常に筒内吸入酸素量の偏差 ΔGT とリフト指令補正值 SK とが算出され、EGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ が毎時のEGR制御に反映される。

【0077】吸気行程毎のEGRガス量を例えば流量計にて検出する構成としたり、排気行程毎の排ガス酸素濃度を酸素濃度センサ(例えば限界電流式酸素濃度センサ)にて検出する構成としたりしてもよい。この場合、請求項記載の排ガス還流量検出手段、並びに排ガス酸素濃度検出手段が上記各センサにて構成されることとなる。

【0078】上記実施の形態では、EGR弁36の開度を調整することにより筒内吸入酸素量 $GTO2$ を目標値に制御していたが、これを変更する。吸気絞り弁16を電子制御式のものにし、同吸気絞り弁16の開度を調整することにより筒内吸入酸素量 $GTO2$ を目標値に制御するようにしてもよい。かかる場合、例えばアクセルペダルの踏み込み操作に伴う車両加速時には、吸気絞り弁16が開側に制御され、新気吸入量の増量が促されて筒内吸入酸素量が増加する。本構成においても理想燃焼が

実現できる。

【0079】上記実施の形態では、4気筒ディーゼルエンジンのEGR装置に本発明を具体化した、これを変更する。本発明を4気筒以外の多気筒エンジンに適用したり、単気筒エンジンに適用したり、或いはガソリンエンジンに適用したりしてもよい。かかる場合にも、NOx排出量が低減でき、本発明の目的が達せられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 発明の実施の形態におけるエンジン制御システムの概要を示す全体構成図。

【図2】 実施の形態における作用を説明するためのタイムチャート。

【図3】 EGR弁制御ルーチンを示すフローチャート。

【図4】 図3に続き、EGR弁制御ルーチンを示すフローチャート。

【図5】 EGRガス酸素濃度の算出サブルーチンを示すフローチャート。

【図6】 筒内吸入酸素量の算出サブルーチンを示すフローチャート。

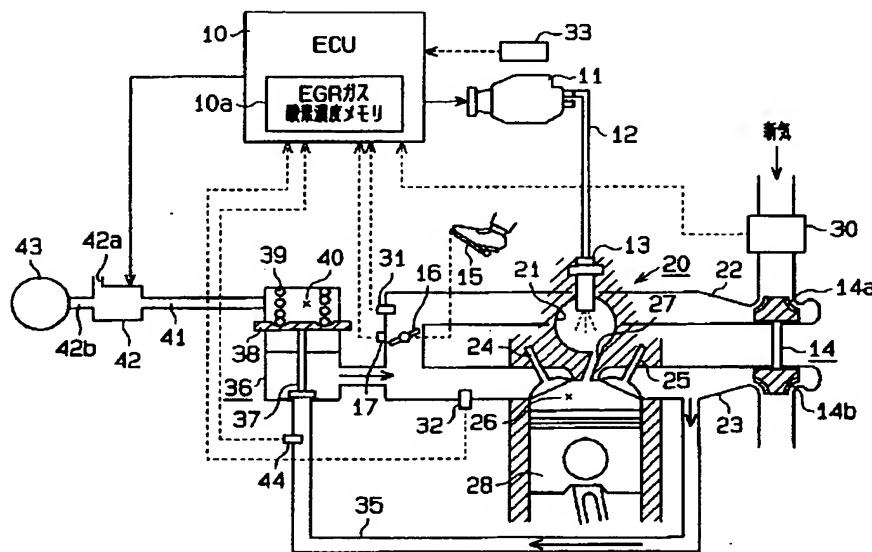
【図7】 排ガス酸素濃度の算出サブルーチンを示すフローチャート。

【図8】 EGRガス酸素濃度メモリの構成を示す概略図。

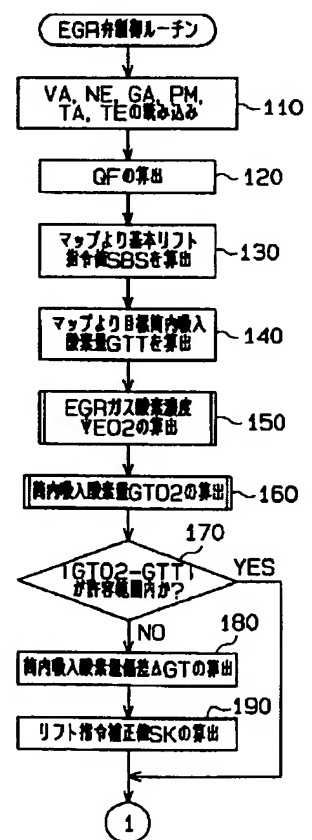
【符号の説明】

10…排ガス還流量検出手段、排ガス酸素濃度検出手段、還流ガス酸素濃度算出手段、排ガス還流量制御手段を構成するECU（電子制御装置）、10a…EGRガス酸素濃度メモリ、20…ディーゼルエンジン、22…吸気管、35…EGR通路（排ガス還流通路）、36…EGR弁。

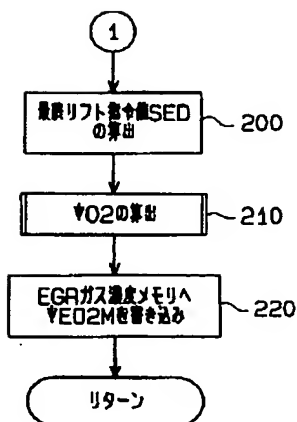
【図1】



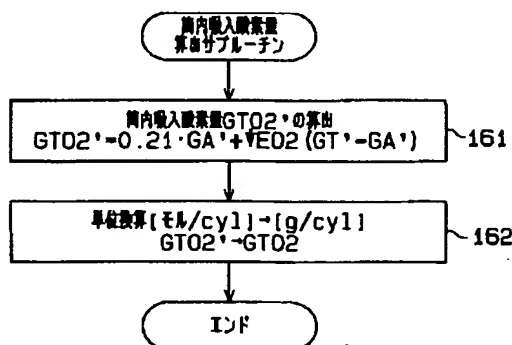
【図3】



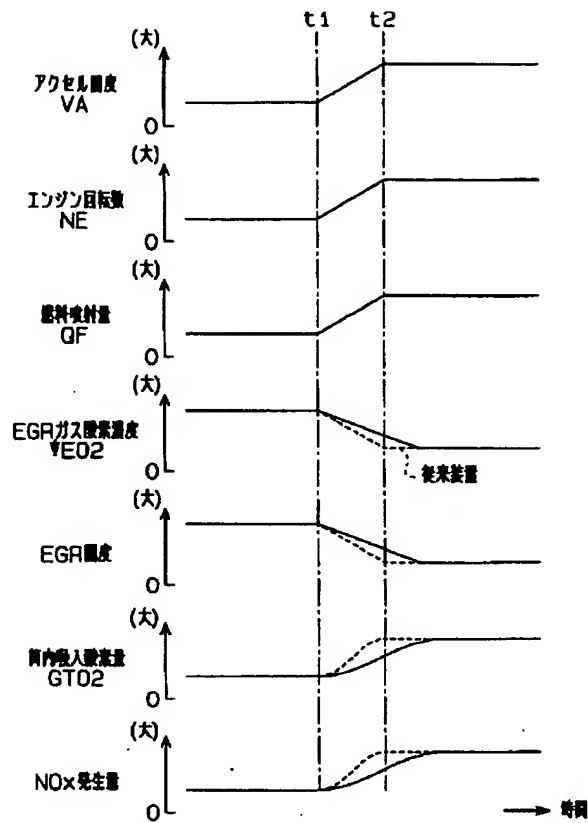
【図4】



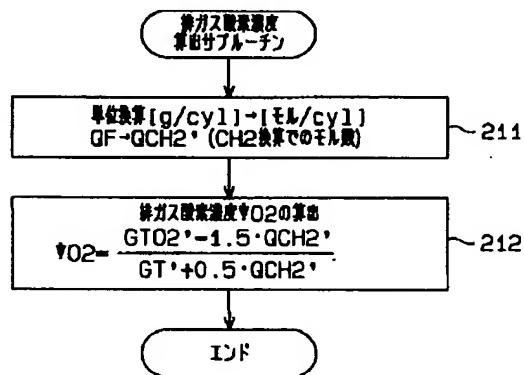
【図6】



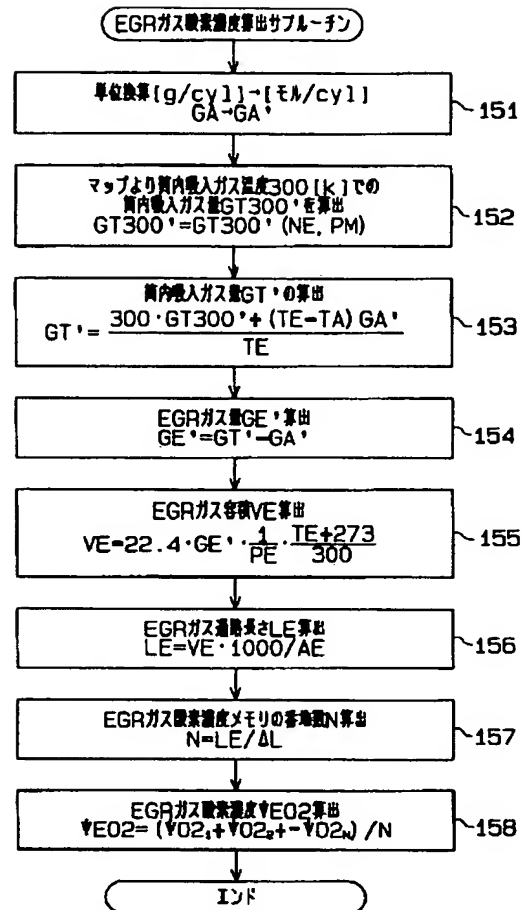
【図2】



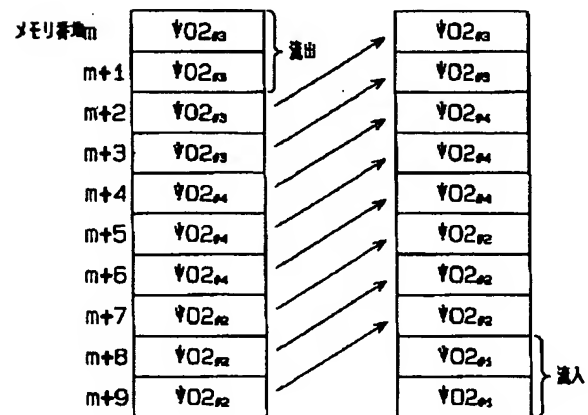
【図7】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 41/02
45/00

識別記号

3 5 1
3 6 8

F I

F 0 2 D 41/02
45/003 5 1
3 6 8 F

376

376B

- (56)参考文献 特開 平5-18324 (J P, A)
特開 平2-275055 (J P, A)
特開 昭63-140856 (J P, A)
特開 昭59-120770 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.7, D B 名)

F02M	25/07	550
F02M	25/07	570
F02D	21/08	301
F02D	35/00	368
F02D	41/02	351
F02D	45/00	368
F02D	45/00	376

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.